



中国质量认证中心
CHINA QUALITY CERTIFICATION CENTRE



中国铝冶炼行业核算指南工序层级核算边界与核算方法

中国质量认证中心有限公司



2025.7

欧中ETS项目网站下载资料合规声明

以下内容的编制仅限用于支持本项目项下开展的培训与研究活动，且仅用于信息传递及参考目的，未经内容提供方事先书面许可，不得以任何形式、通过任何手段，全部或部分复制、分发或用于商业目的。对于因使用该内容所含信息而导致的任何损失或损害，内容提供方不承担任何责任。

Compliance Statement for Downloading Materials From EU-China ETS Project Website

These materials have been prepared solely for the purpose of supporting training activities conducted under this project. It is provided for informational and reference purposes only. The materials contained herein may not be reproduced, distributed, or utilised for commercial purposes, in whole or in part, in any form or by any means, without the prior written consent of the presenting party. The author accepts no responsibility or liability for any loss or damage arising from the use of the information contained in this presentation.

1

工序层级核算边界

2

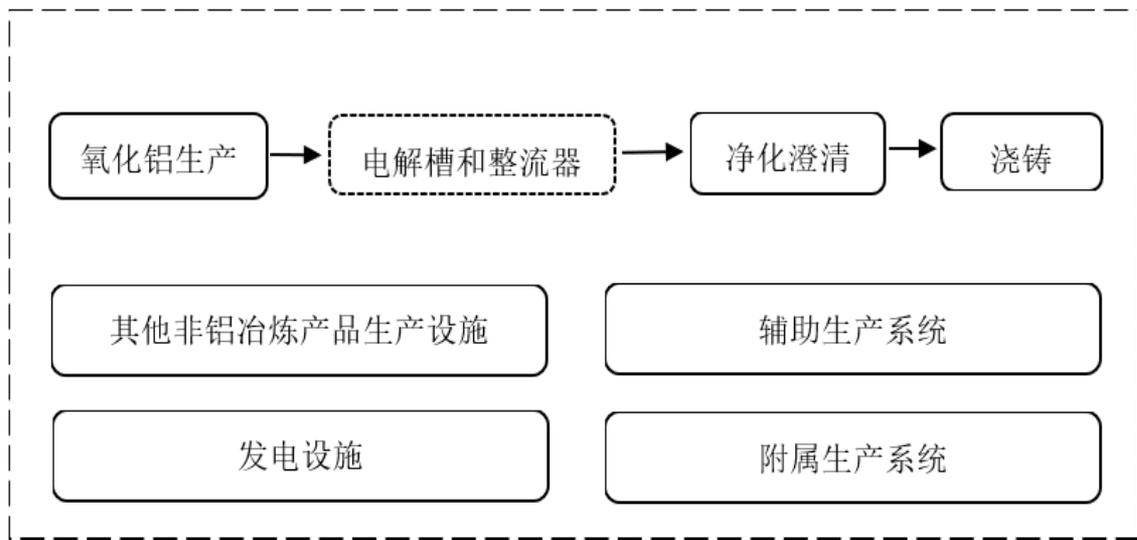
工序层级核算方法

ETS

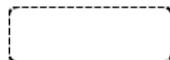
EU-China
Emissions Trading System
中欧碳市场对话与合作项目

一、工序层级核算边界

电解槽和整流器的集合



企业层级核算边界



铝电解工序核算边界

图2 核算边界示意图

一、工序层级核算边界

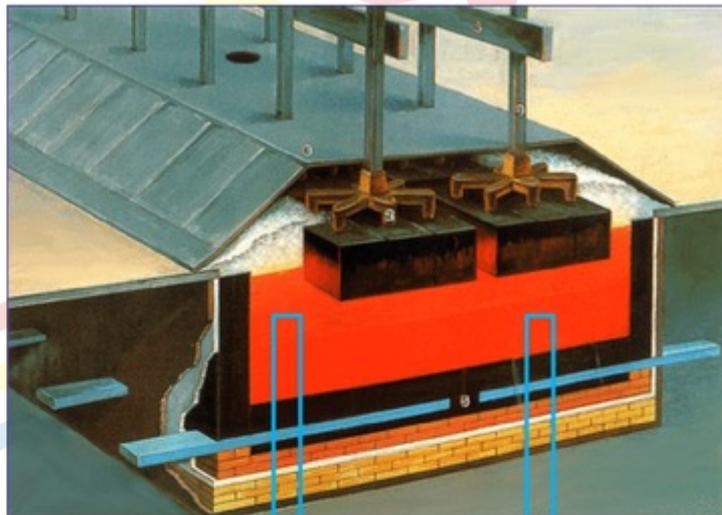
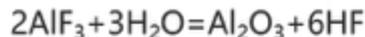
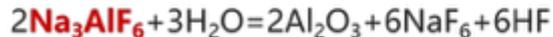
排放源

➤ **铝电解工艺流程**：现代电解铝工业生产采用冰晶石-氧化铝融盐电解法，氧化铝作为溶质，加入冰晶石 (Na_3AlF_6) 降低氧化铝的熔点；以碳素体作为阳极，铝液作为阴极，通入直流电后，在 950°C - 970°C 下，在电解槽内的两极进行电化学反应。

➤ **阳极消耗**涉及的化学反应式：



➤ **阳极效应**涉及的化学反应式：



铝电解槽

1. 炭块 2. 钢爪 3. 铝导杆 4. 阳极母线 5. 阴极炭块组 6. 槽罩
铝电解槽是炼铝的主要设备，本图绘示的是预焙阳极电解槽的纵剖面示意图。(1)阳极装置，一般有10-20个阳极炭块组，每个炭块组包括炭块、钢爪和铝导杆。(2)阴极装置和电解槽内衬。阴极装置就是阴极炭块组。(3)槽壳、槽罩。(4)导电系统。(5)电解时的化学反应。

阳极消耗: CO_2 (84%)

阳极效应: CF_4 、 C_2F_6 (16%)

一、工序层级核算边界

排放源



一、工序层级核算边界

排放源



一、工序层级核算边界

a) 能源作为原材料用途的排放：铝电解工序阳极作为原材料消耗产生的二氧化碳排放。

b) 阳极效应排放：阳极效应所导致的四氟化碳 (CF_4) 和六氟化二碳 (C_2F_6) 排放。

铝电
解工
序排
放源



二、工序层级核算方法

能源作为原材料用途的排放

$$E_{\text{原材料}} = C_{\text{阳极净耗}} \times (1 - S_{\text{阳极}} - A_{\text{阳极}}) \times 44/12$$

$E_{\text{原材料},j}$	— 铝电解工序j能源作为原材料用途的排放量，单位为吨二氧化碳 (tCO ₂) ；
$C_{\text{阳极净耗},j}$	— 铝电解工序j阳极净耗量，单位为吨 (t) ；
$S_{\text{阳极}}$	— 阳极平均含硫量；
$A_{\text{阳极}}$	— 阳极平均灰分含量；
j	— 铝电解工序代号。

$$C_{\text{阳极净耗},j} = C_{\text{阳极},j} \times (1 - NC_{\text{损失率}})$$

$C_{\text{阳极净耗},j}$	— 铝电解工序j阳极净耗量，单位为吨 (t) ；
$C_{\text{阳极},j}$	— 铝电解工序j核算和报告期内的阳极消耗量，单位为吨 (t) ；
$NC_{\text{损失率}}$	— 阳极损失率；
j	— 铝电解工序代号。

阳极消耗量的计量与监测

a) 阳极消耗量采用生产系统中记录的**出库量**数据，按以下**优先序**获取：

1) 采用浇铸前电子汽车衡等计量器具**直接计量**的阳极炭块重量数据。

2) 通过**消耗块数**和**阳极炭块单重**（阳极单块标准重量）进行计算。消耗块数根据生产车间之间的转运单、生产报表载明的数据确定。

阳极炭块单重根据每批次入厂（入库）时电子汽车衡、电子吊秤及其他电子称重设备等计量的阳极总质量及该批次对应的块数进行计算得出，同时做好批次标识和相应记录。

b) 企业应使用依法经计量检定合格或者校准的计量器具。

缺省值取值：

- ① 阳极平均含硫量采用缺省值**2%**；
- ② 阳极平均灰分含量采用缺省值**0.4%**。
- ③ 阳极损失率采用缺省值**15.18%**；根据中国有色金属工业协会提供的2022年原铝液消耗炭阳极毛耗（470.08kg/t）和原铝液消耗炭阳极净耗（398.71kg/t）的缺省值计算得到。



二、工序层级核算方法

阳极效应排放

$$E_{\text{阳极效应},j} = EF_{\text{CF}_4} \times P_j \times \text{GWP}_{\text{CF}_4} \times 10^{-3} + EF_{\text{C}_2\text{F}_6} \times P_j \times \text{GWP}_{\text{C}_2\text{F}_6} \times 10^{-3}$$

$E_{\text{阳极效应},j}$	— 铝电解工序j阳极效应排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO ₂ e)；
EF_{CF_4}	— 阳极效应的CF ₄ 排放因子，单位为千克四氟化碳/吨铝 (kgCF ₄ /tAl)；
P_j	— 铝电解工序j阳极效应的活动数据，即铝液产量，单位为吨铝 (tAl)；
GWP_{CF_4}	— CF ₄ 的全球变暖潜势，无量纲；
$EF_{\text{C}_2\text{F}_6}$	— 阳极效应的C ₂ F ₆ 排放因子，单位为千克六氟化二碳/吨铝 (kgC ₂ F ₆ /tAl)；
$\text{GWP}_{\text{C}_2\text{F}_6}$	— C ₂ F ₆ 的全球变暖潜势，无量纲；
j	— 铝电解工序代号。

铝液产量的计量与监测：

a) 铝液产量是指铝电解工序实际产出的**电解原铝液产量**，**包含**入库、销售及用到下一工序的产量，**不包含**正常生产槽、大修启动槽、二次启动槽和新建槽回灌的铝液产量。

铝液产量按以下**优先序**获取：

- 1) 采用生产系统记录的**电子汽车衡计量数据**；
- 2) 不具备电子汽车衡计量条件的，采用**铝电解车间之外的电子吊秤计量的数据**。

b) 企业应使用依法经计量检定合格或者校准的计量器具，计量器具的配备和管理应符合GB 17167、GB/T 20902等标准的要求。计量器具应确保在有效的检定/校准周期内，并符合JJG 539、JJF 1834、JJG 1118等规程或规范的要求。

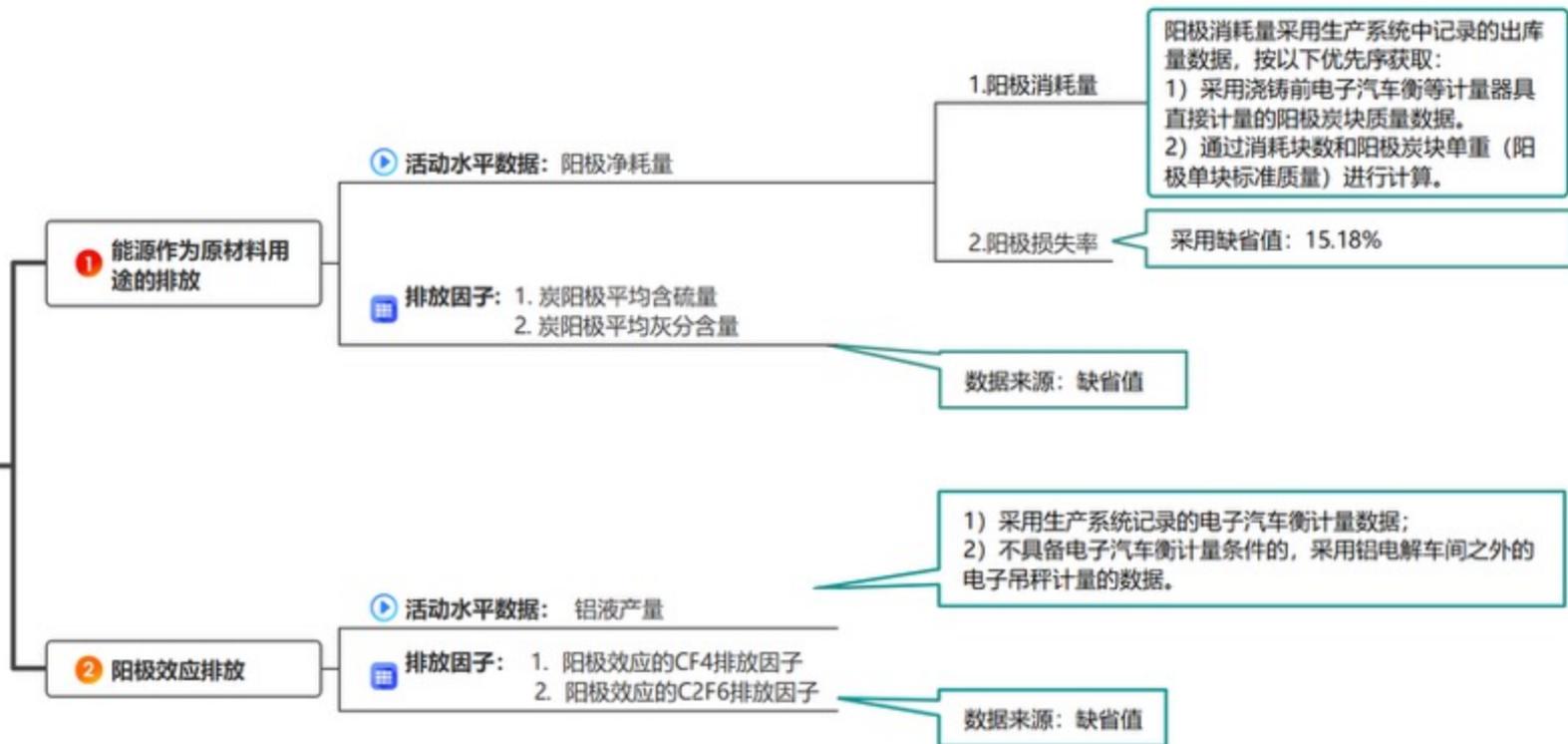
缺省值取值：

- ① 四氟化碳 (CF₄) 排放因子采用缺省值**0.02** kgCF₄/tAl，六氟化二碳 (C₂F₆) 排放因子采用缺省值**0.0011** kgC₂F₆/tAl。；
- ② 四氟化碳 (CF₄) 全球变暖潜势取值**6630**；六氟化二碳 (C₂F₆) 全球变暖潜势取值**11100** (取IPCC AR5报告)。

二、工序层级核算方法

核算要求

铝电解工序排放 关键参数和排放因子



二、工序层级核算方法

排放量计算

铝电解工序排放量等于铝冶炼企业各铝电解工序的能源作为原材料用途的排放量与阳极效应排放量之和。

$$E_{\text{工序}} = \sum_{j=1}^n (E_{\text{原材料},j} + E_{\text{阳极效应},j})$$

- 式中： $E_{\text{工序}}$ — 电解铝工序温室气体排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂e）；
- $E_{\text{原材料},i}$ — 电解铝工序i能源作为原材料用途的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{\text{阳极效应},i}$ — 电解铝工序i阳极效应排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂e）；
- $E_{\text{电},i}$ — 电解铝工序i消耗电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

二、工序层级核算方法

生产数据的核算

层级	产品名称	产品产量监测和获取方式
铝电解工序	铝液	<p>a) 铝液产量是指铝电解工序实际产出的电解原铝液产量，包含入库、销售及用到下一工序的产量，不包含正常生产槽、大修启动槽、二次启动槽和新建槽回灌的铝液产量。铝液产量按以下优先序获取：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 采用生产系统记录的电子汽车衡计量数据； 2) 不具备电子汽车衡计量条件的，采用铝电解车间之外的电子吊秤计量的数据。 <p>b) 企业应使用依法经计量检定合格或者校准的计量器具，计量器具的配备和管理应符合GB 17167、GB/T 20902等标准的要求。计量器具应确保在有效的检定/校准周期内，并符合JJG 539、JJF 1834、JJG 1118等规程或规范的要求。</p>

二、工序层级核算方法

数据质量控制方案

数 控 方 案 架 构

B.1 数据质量控制方案的版本及修订

数据质量控制方案模板要求的填报完整

B.2 企业情况

企业简介、主营产品、生产工艺
列明阳极炭块设计尺寸和标准重量及其来源

B.3 核算边界和主要排放设施描述

区分铝电解工序和企业层级，应包括核算边界所包含的装置、所对应的地理边界、组织单元和生产过程

B.4 铝电解工序数据确定方式

能源作为原材料用途的排放、阳极效应排放的活动数据和排放因子的确定方式

B.5 企业层级数据确定方式

能源作为原材料用途的排放、阳极效应排放、化石燃料燃烧排放、碳酸盐分解排放的活动数据和排放因子的确定方式

B.6 数据内部质量控制和质量保证相关规定

明确内部管理制度和质量保障体系、内审制度、原始凭证和台账记录管理制度

二、工序层级核算方法

数据质量控制方案

(1) 数据质量控制方案格式要求



二、工序层级核算方法

数据质量控制方案

(2) 数据质量管理要求

- a) 建立内部管理制度和质量保证体系;
- b) 建立温室气体排放报告内部审核制度;
- c) 建立温室气体数据内部台账管理制度:
 - ✓ 规范排放报告和支撑材料等原始凭证和台账记录的登记、保存和使用;
 - ✓ 对于自产阳极的, 应当加强阳极生产单元(车间)阳极产量等生产数据的记录和台账管理;
 - ✓ 台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。
 - ✓ 排放报告所涉及数据的原始记录和管理台账应至少保存五年。
- d) 建立自有实验室管理制度;
- e) 建立关键参数计量器具外接端口数据与全国碳市场管理平台的对接管理机制:
 - ✓ 鼓励企业采取技术手段, 实现阳极消耗量计量器具(电子汽车衡等)、阳极炭块单重计量器具(电子汽车衡、电子吊秤及其他电子称重设备)、铝液产量计量器具(电子汽车衡、铝电解车间之外的电子吊秤)外接端口数据与全国碳市场管理平台的对接。
- f) 建立技术创新机制:
 - ✓ 鼓励有条件的企业加强样品自动采集与分析技术应用, 采取创新技术手段, 加强原始数据防篡改管理。



二、工序层级核算方法

月度存证

排放报告存证要求：铝电解工序关键参数按照如下要求开展月度存证

a) **工序生产信息：**工序停产、检修、恢复生产等变化情况（相比上个月无变化时不需填报）。

b) 阳极消耗量：

- 1) 通过计量器具直接计量的，应存证该月度各工序的阳极炭块消耗重量。上传的支撑材料至少包括：通过生产系统记录的电子汽车衡等计量器具计量的月度阳极炭块重量的原始记录；以及存证周期内上述电子汽车衡等计量器具的检定/校准报告或记录（如有）。
- 2) 通过消耗块数和阳极炭块单重进行计算得出的，应存证该月度各工序的阳极炭块消耗块数和单重。上传的支撑材料至少包括：载明消耗块数的转运单、生产报表等，载明入厂（入库）块数和重量的计量统计台账（例如磅单月度统计台账）、生产报表等；以及存证周期内上述电子汽车衡、电子吊秤及其他电子称重设备等计量器具的检定/校准报告或记录（如有）。

c) 铝液产量：

应存证该月度各工序的铝液产量，上传的支撑材料至少包括：载明铝液产量的计量统计台账（例如磅单月度统计台账）、生产报表等。以及存证周期内当月上述电子汽车衡、电子吊秤等计量器具的检定/校准报告或记录（如有）。

Thank you for your attention!

E-mail: